

Försök med dammbindning längs E4/E20 vid L:a Essingen 2007

Michael Norman¹ & Christer Johansson^{1,2},

¹ *SLB, Miljöförvaltningen, Stockholm*

² *ITM Stockholms universitet*

MILJÖFÖRVALTNINGEN I STOCKHOLM,
Oktober 2007



Förord

Denna rapport är en redovisning av resultaten från försök med dammbindning som genomförts på statliga vägar i Stockholm under vintern/våren 2007. Försöken har finansierats av Vägverket region Stockholm. Miljöförvaltningen i staden har bidragit med finansiering via mätningar och utvärdering av data från mätstationen vid Norrlandsgatan och Sveavägen. SLB-analys vid Miljöförvaltningen har ansvarat för mätningarna av partiklar, kväveoxider och meteorologi.

Planering av arbetet har skett i samarbete mellan Vägverket Region Stockholm (Kerstin Gustavsson och Ingvar Arebratt) samt SLB-Analys vid Miljöförvaltningen Stockholms stad (Christer Johansson, Michael Norman, Karl-Gustav Westerlund och Tage Jonson).

Redovisning av resultat och diskussioner om utförandet av försöken har skett kontinuerligt i en referensgrupp samordnad av Göran Westberg (GFK). Gruppen har i övrigt huvudsakligen bestått av representanter från Vägverket Region Stockholm och Borlänge (Kerstin Gustavsson, Martin Juneholm, Ingvar Arebratt, Linda Eriksson), Gatu- och fastighetskontoret Stockholm (Göran Westberg, Rolf Gustafsson), Norrmalms stadsdelsförvaltning (Anders Carlsson), Östermalms stadsdelsförvaltning (Magnus Björkman), Stockholms Miljöförvaltning (Christer Johansson, Karl-Gustav Westerlund, Michael Norman) samt Lars-Erik Wretblad (Stadsledningskontoret).

I samband med planeringen har även olika entreprenörer deltagit i arbetet: Nyfam AB, Vägverket Produktion AB.

Flera personer på SLB analys har deltagit i arbetet med mätningarna och datakvalitetssäkringen (Billy Sjövall, Magnus Brydolf, Peter Strömberg och Karl-Gustav Westerlund).

Stockholm

Christer Johansson (projektledare)



Miljöförvaltningen i Stockholm

Box 8136

104 20 Stockholm

www.slb.nu

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING	4
2	BAKGRUND	6
3	SYFTEN MED FÖRSÖKEN	6
4	METODER OCH GENOMFÖRANDE.....	7
4.1	MEDEL SOM ANVÄNDS.....	7
4.2	STRÄCKOR SOM BEHANDLAS	7
4.3	PARTIKELMÄTNINGAR	7
4.4	GENERELLA FÖRUTSÄTTNINGAR	7
4.4.1	Användning av dubbdäck.....	7
4.4.2	Påverkan från meteorologin.....	8
4.4.3	Faktorer som påverkar resultaten från dammbindning.....	8
5	MGCL₂ BEHANDLINGAR.....	10
6	RESULTAT	11
6.1	MEDEL DYGNVARIATIONER.....	15
6.1.1	PM ₁₀ -halter.....	15
6.1.2	PM ₁₀ /NO _x kvoter.....	16
6.1.3	Jämförelse med andra stationer	18
6.1.4	PM _{2.5} -halter.....	19
6.2	DYGNVÄRDEN.....	19
6.2.1	Jämförelse med Miljö kvalitetsnorm.....	21
6.3	SKILLNAD I EFFEKT UNDER VÅREN.....	23
6.4	SKILLNAD BEROENDE PÅ NÄR PÅ DYGNET BEHANDLING GJORDES	24
7	REFERENSER.....	26
8	BILAGA. STRÄCKOR SOM HAR BEHANDLATS.....	27

1 Sammanfattning

År 2007 var femte året som åtgärdsriktade försök att minska PM10-halterna genomfördes. Tidigare försök med dammbindning med calcium magnesium acetat (CMA) har visat på en tydlig (36 %) reduktion av PM10-halterna längs E4 vid Vallstanäs (Johansson m.fl. 2004).

Under 2006 genomfördes dammbindning på de delar Vägverkets vägnät runt Stockholm som är i anslutning till områden där människor bedömdes normalt vistas. Dammbindningen utfördes under vårperioden fram till mitten av april då det avbröts pga av risken för friktionsnedsättning. Syftet var att studera om en omfattande dammbindning kunde minska antalet överskridanden av miljökvalitetsnormen och om de högsta halterna kunde reduceras.

Resultatet visade på att CMA sänkte halterna under morgontimmarna och att den genomsnittliga effekten för dygnsvärdena var ca 20 %. Antalet överskridanden av miljökvalitetsnormen lyckades däremot inte reduceras med hjälp av dammbindning med CMA.

Syftet med 2007 års försök var att efterlikna 2006 års försök på infartslederna med omfattande dammbindning. Däremot testades $MgCl_2$ istället för CMA.

Underlaget för utvärderingen har varit fasta mätningar av PM10 och NO_x halter i innerstaden (Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan), intill E4/E20 vid Essingeleden samt vid Häggvik. Dessutom har kamerabilder från <http://www.trafiken.nu> sparats varje kvart under hela året och med hjälp av dessa bilder har behandlingarna med $MgCl_2$ kunnat fastställas säkrare. Vid ett fåtal tillfällen har det visats vara osäkert om behandling verkligen skett, då vägbanan vid dessa tillfällen inte tycktes vara påverkad.

Vintern och våren 2007 var ovanligt snöfattig och det var ovanligt många dagar med torra vägbanor vilket ökat risken för att miljökvalitetsnormen för PM10 ska överskridas. Under samtliga dygn med prognos om torra vägbanor under perioden 1 februari tom 3 april behandlades vägbanan med $MgCl_2$. Försöken avbröts 4 april av Vägverket med anledning om rapporter om nedsatt friktion på vägbanan i samband med behandling.

Vid analys av mätresultaten användes stationerna i innerstaden och vid Häggvik som referens (jämförelse). Vid jämförelse med dessa konstaterades att dygnmedelvärdet för PM10 sänktes med 15, 24, 26 eller 33 % när Norrlandsgatan, Hornsgatan, Häggvik respektive Sveavägen användes som referens. Häggvik och Sveavägen är de stationer som till största del liknar förhållandena vid L:a Essingen och sänkningen är då ungefär 25-35 %. Antalet dygn som överskred miljökvalitetsnormen var lägst för L:a Essingen i jämförelse med de övriga stationerna. Av de behandlade dygnen hade L:a Essingen 5 färre överskridanden än Hornsgatan. Dessutom var L:a Essingen den enda station i anslutning till kraftigt trafikerade vägar eller gator inom ramen för SLB-analys mätprogram som uppvisade färre antal dagar med halter över 50 $\mu g/m^3$ under januari till april i jämförelse med 2006 och dessutom den enda station som klarade miljökvalitetsnormen med max 35 dagar över 50 $\mu g/m^3$ under första halvåret 2007. Det är helt klart att behandlingen med $MgCl_2$ har hjälpt till att normen kunde nås.

Däremot visade mätningarna i enlighet med tidigare år att sänkningen av halterna inte är tillräcklig för att halterna ska understiga 50 $\mu g/m^3$ under dygnen med de högsta halterna.

En mer detaljerad analys visade att vid nästan samtliga tillfällen då behandling säkert konstaterats observerades en tydlig nedgång av PM10/NO_x kvoterna vid stationen L:a Essingen, dvs PM10-halterna sjunker mera än NO_x-halterna vilket visar att minskningen av PM10 inte beror på meteorologiska skillnader (t ex vindhastighet och vindriktning). Vid jämförelse med typiska torra dygn i april och de obehandlade stationerna observerades att PM10-halterna sänktes under förmiddagstimmarna (06-12) under dygn med behandling. Som mest reducerades

halterna med 50-60 % under de första timmarna med rusningstrafik (06-07). Under resterande timmar av förmiddagen varierade effekten, men var i genomsnitt 20-30 %. Endast vid jämförelse med stationen på Sveavägen kunde en effekt även under eftermiddagen ses.

Den observerade reduceringen av PM10-halterna var betydligt större under perioden 1 feb - 20 mars än under perioden 20 mars - 3 april. Förmodligen beror detta på att kraftigare solinstrålning och torrare luft senare under våren gör att MgCl_2 lösningen snabbare torkar upp från vägbanan.

Om efter varandra följande dygn med olika behandlingstidpunkter under natten jämfördes kunde ingen skillnad i upptorkning ses under förmiddagen. Detta pekar på att tidpunkt för behandling under natten inte är en viktig faktor för effekten.

Ingen effekt konstaterades för PM2.5 vid behandling med MgCl_2 . Det mesta partikelmaterial som bildas vid dubbslitage består av grova partiklar med en diameter större än 2.5 μm . Detta har konstaterats både i fältstudier och i laboratorium. PM2.5-halten i luften påverkas till stor del av intransporterade partiklar.

I jämförelse med 2006 års försök med CMA indikerar de flesta resultat från 2007 att MgCl_2 hade en något större reducerande effekt än CMA. Under 2007 bidrog dammbindningen med MgCl_2 till att miljö kvalitetsnormen för året klarades vid L:a Essingen.

Att MgCl_2 har en något större effekt än CMA har även konstaterats vid tidigare direkta jämförelser.

2 Bakgrund

Höga partikelhalter i form av PM10 (partiklar med diameter mindre än 10 µm) uppmäts varje år i Stockholms innerstad och längs kraftigt trafikerade vägar (se Luften i Stockholm, årsrapport 2006; <http://www.slb.nu/slb/rapporter>). Flera rapporter har visat att de höga PM10-halterna är orsakade av vägdamm som kommer från slitage av vägbanorna (Johansson m.fl. 2004, Johansson m.fl. 2005, Johansson m.fl. 2006). De höga halterna förekommer framförallt under våren med torra vägbanor, men även under hösten och vintern förekommer höga halter. Den största källan för vägdammspartiklar är slitage av vägbanan från dubgade vinterdäck. När dubbdäcken färdas på bar asfalt sker ett kraftigt slitage som ger upphov till partiklar, varav en delmängd är mindre än 10 µm och vid torr vägbana virvlas dessa upp i luften. Höga PM10-halter har visat sig ge upphov till hälsoproblem vid vägdammsepisoder främst i form av problem i luftvägarna. Då en stor mängd människor vistas i Stockholm stad dagligen och utsätts för dessa höga PM10-halter är det av stort intresse att försöka minska emissionerna av slitagepartiklarna till luften.

Emissionerna av PM10 från vägbanan kan dämpas genom att använda dammbindningsmedel. Dessa medel sprids som lösning på vägbanan och fungerar genom att de håller vägbanan fuktig under en längre tid än vad vanligt vatten gör. Dessutom fryser inte lösningen utan kan användas även om temperaturen befaras sjunka ner till 10 – 15 minusgrader. Dammbindningsmedlen minskar dock inte produktionen av slitagepartiklar, men förhindrar eller minskar uppvirvlingen till luften.

År 2007 var femte året som åtgärdsriktade försök att minska PM10-halterna genomfördes med hjälp av dammbindning. Resultaten från de tidigare försöken finns redovisade på SLB-Analys hemsida, <http://slb.nu/slb/rapporter.htm>.

3 Syften med försöken

Syftet med försöken var att i stor skala testa $MgCl_2$ som dammbindnings medel på det statliga vägnätet i Stockholmområdet.

Avsikten var att se om en storskalig användning av $MgCl_2$ kan väsentligt öka möjligheterna att miljö kvalitetsnormerna avseende PM10 klaras eller kan leda till en betydande minskning av de högsta dygnsmedelvärdena. Dessutom studera om effekten av $MgCl_2$ skiljer sig från CMA som användes för liknande försök under 2006.

4 Metoder och genomförande

4.1 Medel som används

I de tester som genomfördes i denna studie användes magnesium klorid (MgCl_2) som dammbindningsmedel. Medlet sprids som 20 % vattenlösning. MgCl_2 är framtaget som halkbekämpningsmedel för att ta bort och förebygga snö, is och frostbeläggning på vägar, cykel- och gångbanor samt broar. MgCl_2 binder fuktighet effektivt och medför därför att vägbanan inte torkar upp lika snabbt som en obehandlad vägbanan. Detta medför att uppvirvling av partiklar (vägdamm) från vägbanan reduceras effektivt.

I tidigare studier på det statliga vägnätet och även i Stockholm innerstad har främst calcium-magnesium-acetat används som vattenlösning (varubeteckning ICE-AMAY, 25 % CMA), se Johansson m.fl. 2005 och Johansson m.fl. 2006. Anledning till att under 2007 pröva med MgCl_2 var att problem med nedsatt friktion på vägbanan observerats vid CMA påläggning samt att MgCl_2 är billigare i inköp. Nackdelen med magnesiumklorid är bland annat miljöeffekterna av kloridjonen som leder till en större klorbelastning på framförallt grundvatten. MgCl_2 kan även ge upphov till ökad korrosion på metalldelar såsom armaturer i broar, räcken och pelare samt karossen på fordon.

4.2 Sträckor som behandlas

I Figur 18 - Figur 20 i bilaga 8 visas vilka vägsträckor som behandlades under försöken. De utvalda sträckorna ligger i anslutning till bostadsområden där det föreligger risk för överskridanden av miljö kvalitetsnormen för PM10. Sträckorna är desamma som behandlades med CMA under försöken 2006 (Johansson m.fl. 2007). Även Essingeleden inklusive sträckan vid mätstationen vid L:a Essingen behandlades under försöken. Däremot var inte sträckan vid mätstationen längs E4 vid Häggvik behandlad.

Under våren 2007 skedde ingen behandling på någon av innerstadsgatorna i Stockholm.

4.3 Partikelmätningar

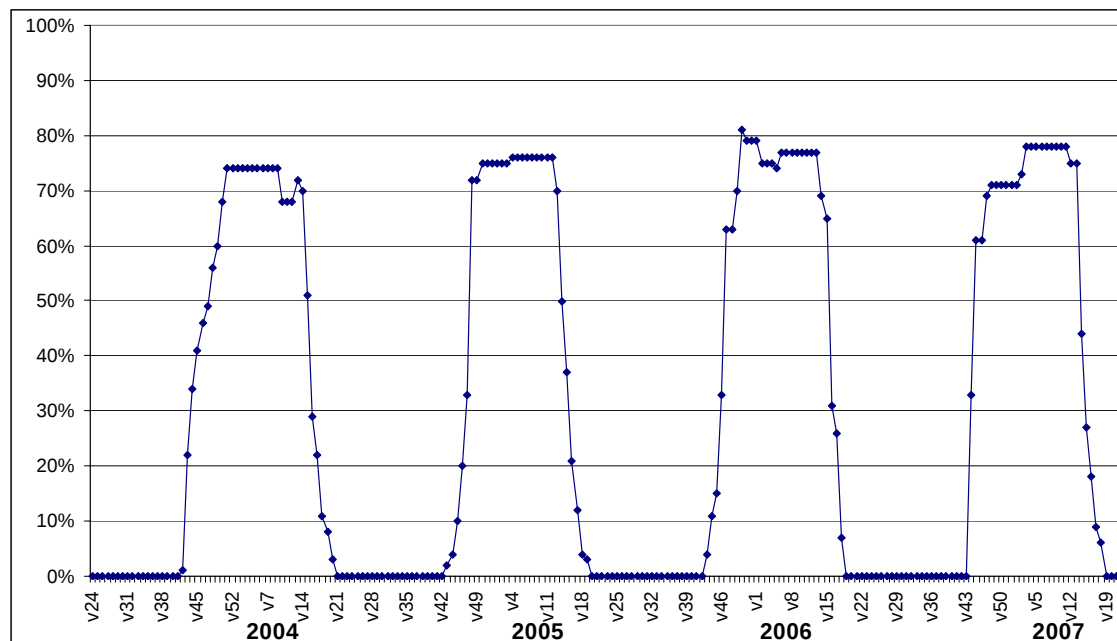
För utvärderingen har främst den fasta station längs E4 vid L:a Essingen använts, men dessa data har jämförts med samtliga fasta mätstationer inom luftmiljöövervakningen (se årsrapporter och hemsida för beskrivning av dessa, www.slb.nu). I innerstaden mäts partikelhalterna kontinuerligt i gaturummen vid Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan samt i taknivå på Södermalm (Torkel Knutssongatan). Under senare delen av försöken startades även en mätstation längs E4 norrut vid Häggvik. Mätdata från stationen vid Häggvik används som referens då E4 var obehandlad förbi mätstationen. Placeringen av mätstationerna L:a Essingen och Häggvik framgår av bilaga 8.

4.4 Generella förutsättningar

4.4.1 Användning av dubbdäck

Flera rapporter har dragit slutsatsen att dubbdäcken är den största källan till höga PM10-halter längs kraftigt trafikerade vägen under vinterhalvåret i Sverige (se Johansson m.fl. 2004 och VV 2007). En viktig parameter att kontrollera är därför dubbdäcksandelen. I Figur 1 redovisas hur dubbdäcksandelen på personbilar varierat under tiden 2003 till början av maj 2007. I slutet av oktober eller början av november börjar andelen öka för att nå maxnivån på ca 75 % omkring vecka 48 - 50 (början av december). Utvecklingen varierar beroende på vädret. Under våren sjunker dubbandelen från 75 % till omkring 10 % inom ca 4 veckor. Exakt när detta inträffar beror givetvis på vädret men också på hur påskhelgen och valborgsmässohelgen infaller. Efter 1 maj kan det trots förbud finnas några enstaka procent som har dubbdäcken kvar.

Under våren 2007 var det generellt lite snö på vägarna vilken kan ha uppmuntrat bilisterna till att byta till sommardäck tidigare än normalt under våren. Samtidigt låg påsken sent och tidigare vårar har visat på att en stor del av dubbdäcken finns kvar på bilarna fram till påskhelgen.



Figur 1. Dubbandelen in Stockholmregionen från hösten 2003 tom våren 2007 på personbilar. Värdena baseras på manuella räkningar, utom vissa veckor då andelen interpolerats mellan observationerna. Räkningarna har genomförts under olika veckor vid Ekerövägen, Hornsgatan, Fleminggatan och vid E4 Vallstanäs.

4.4.2 Påverkan från meteorologin

De meteorologiska förhållandena är helt avgörande för de uppmätta halterna av PM10. Den absolut viktigaste parametern är vägbanans fuktighet som avgör om vägdamm kan virvla upp från vägbanan eller inte (Johansson m.fl. 2004). Vägbanans fuktighet påverkas i sin tur främst av nederbörd, kvarvarande snö och istäcke samt luftfuktigheten och solinstrålningen. T.ex. sker upptorkning av vägbanan betydligt snabbare senare under våren då solinstrålningen är starkare än under vintern och tidiga våren. PM10-halterna i luften påverkas sedan även till viss del av luftfuktigheten och vindhastigheten samt förekomsten av markinversion.

4.4.3 Faktorer som påverkar resultaten från dammbindning

För att belysa komplexiteten av problemet med att använda dammbindning har nedan en sammanställning gjorts för samtliga faktorer som kan tänkas påverka effekten av dammbindningen. En kort beskrivning ges också om deras effekter har utvärderats eller huruvida det är möjligt att utvärdera respektive faktors inflytande. Flera av faktorerna finns diskuterade i tidigare års dammbindningsrapporter.

A) Val av dammbindningsmedel.

Olika medel har olika förmåga att binda damm till vägbanan. Både CMA och $MgCl_2$ har testats och jämförts i Stockholm. Denna studie med $MgCl_2$ var nästan identisk med studien 2006 som då gjordes med CMA.

B) Mängd medel som sprids.

Vid tidigare studier har olika mängd material spridits. Det har visat sig att en större mängd medel ger en längre effekt och tidvis även en större effekt under kortare perioder. Däremot är inte effekten proportionell mot mängden som läggs ut, utan det verkar finnas en övre gräns då

effekten planar ut. En svårighet är dock att veta hur stor mängd som verkligen spridits, vilket kan skilja avsevärt från vad som är angivet från tillverkaren av spridarutrustningen.

C) Fördelning av medlet på vägbanan

Beroende på spridarutrustning kan medlet spridas mer eller mindre heltäckande på vägbanan. Det har visat sig att effekten är större om hela körfälten blir behandlade.

D) Trafikmängd

En större trafikmängd leder till att medlet snabbare försvinner genom att material fastnar på fordonens däck. Större effekt har observerats längs vägar med mindre trafik.

E) Dubbdäcksanvändning

Andelen fordon med dubbdäck har stor betydelse för bildandet av vägdammspartiklar. Förhållandet mellan effekt från dammbindning och dubbdäcksanvändning har inte i detalj studerats, men minskad effekt har setts senare på våren vilket delvis skulle kunna bero på minskad dubbandel. Orsaken är att vid lägre andel dubbdäck bildas mindre mängd slitage partiklar och den del av totala PM10-halterna som påverkas av dammbindning minskar.

E) Tidpunkt på dagen

Det är troligt att om behandlingen sker i nära anslutning till rusningstrafiken börjar så borde effekten kunna ökas då det är mindre risk att upptorkning har skett. Detta är svårt att avgöra då andra faktorer påverkar såsom meteorologi. Tex är luftfuktigheten och vindhastigheten viktig under perioden efter behandlingen och påverkar hur snabbt vägbanan torkar upp. Detta har utvärderats i denna rapport.

F) Tidpunkt på året

Beroende på tiden på året varierar solinstrålningen och luftfuktigheten vilken i sin tur påverkar hur snabbt vägbanan torkar upp. Detta har inte studerats i detalj, men denna studie visar på skillnader under våren.

G) Solinstrålning

I enlighet med F) torkar vägbanan upp snabbare då solinstrålningen är intensivare. Tidigare studier (och även denna) har visat att effekterna på PM10-halterna håller i sig längre under förmiddagen om det är mulet och således mindre solinstrålning. Det är dock svårt att säkerställa om det inte även är orsakat av luftfuktigheten, I).

I) Relativ fuktighet

Torrare luft leder till snabbare upptorkning av vägbanan. Längre effekt har observerats under dagar med högre luftfuktighet. Dessa dagar sammanfallen dock ofta med mulna dagar och det är inte säkerställt vilket av faktorerna som har störst betydelse.

H) Vägbanans fuktighet

Vägbanan fuktighet är den absolut viktigaste faktorn för emissionerna av vägdamm från vägbanan och har påvisats i samtliga studier. Däremot har inte vägbanans fuktighet innan behandlingstillfället studerats för att se om det kan påverka effekterna.

I) Vindhastighet

Ökad vindhastighet leder till snabbare upptorkning av vägbanan. Dessutom ger en högre vindhastighet en större utspädning av luften vilket kan leda till att effekterna av dammbindningen kan bli svårare att upptäcka. Vindhastighetens betydelse har inte studerats.

Sammanfattningsvis kompliceras utvärderingen av effekterna av dammbindningsmedlen på PM10-halterna av både meteorologiska faktorer och tekniska faktorer. Betydelsen av dessa faktorer har dessutom varierat under försökens gång och tyvärr kan inte alla faktorer kontrolleras genom mätningar.

5 MgCl₂ behandlingar

Personal på SLB-analys gjorde utifrån väderprognoser en bedömning om vägbanan skulle vara torr och begärde vid dessa tillfällen dammbindning via ledningskontoret i Enköping. I Tabell 1 redovisas samtliga tillfällen då MgCl₂ behandling har gjorts i syfte att minska partikelspridningen. Kolumnen med datum visar samtliga datum då SLB-analys har beställt dammbindning till ledningskontoret i Enköping. Kolumnerna med OK norra respektive södra visar vilka datum som bekräftelse på behandling från utläggarna har kommit till personal på SLB-analys. Om inget är angivet betyder det att ingen bekräftelse har inkommit. Webkamerabilder från www.trafiken.nu har använts för att se om och när behandlingen har utförts vid mätstationen på L:a Essingen. Om inget klockslag är angivet betyder det att ingen behandling har kunnat identifieras på webkamerabilderna.

Att ingen bekräftelse har kommit från Vägverket behöver inte betyda att ingen behandling är gjord. Återrapporteringen från Vägverket kan ha missats. T.ex. finns det flera tillfällen då behandling tydligt kan ses på kamerabilderna, men ingen rapport inkommit från södra som ska behandla sträckan förbi L:a Essingen. Att ingen behandling syns kan även förklaras av andra faktorer än att ingen behandling utförts. Om det var fuktigt vid behandlingstillfället är det mycket svårt att på kamerabilderna se om någon behandling är gjord.

Behandlingen avbröts i början på april pga rapporterad nedsättning av friktionen på den behandlade vägsträckan.

Datum	OK Norra	OK södra	Webkamera L:a Essingen	Kommentarer
9/2	Mail IA			
10/2	Mail PÅ			
11/2				
12/2			04:00, 04:38	
5/3	Mail PÅ	Mail JP	04:10	Dålig spridning norrut vid Essingen
10/3	Mail PÅ			
12/3	Mail PÅ	SMS	03:50, 04:20	Visuellt på Drottningholmsvägen
13/3	Mail PÅ		04:55, 05:20	
14/3	Mail PÅ	SMS	03:10, 03:50	
15/3	Mail PÅ		04:15, 04:40	
16/3	Mail PÅ	SMS	03:00 – 03:45	
21/3	Mail PÅ		03:00, 03:20	Tunn spridning
25/3	Mail PÅ		01:10, 01:15	Visuellt E4 Häggvik
26/3	Mail PÅ			Visuellt E4 Häggvik,
27/3	Mail PÅ	SMS	01:30	
28/3	Mail PÅ		05:10	
29/3	Mail PÅ		05:10	
30/3	Mail PÅ	SMS	00:50	
31/3	Mail PÅ		01:30	
2/4	Mail PÅ	SMS	00:30	
3/4			02:00	

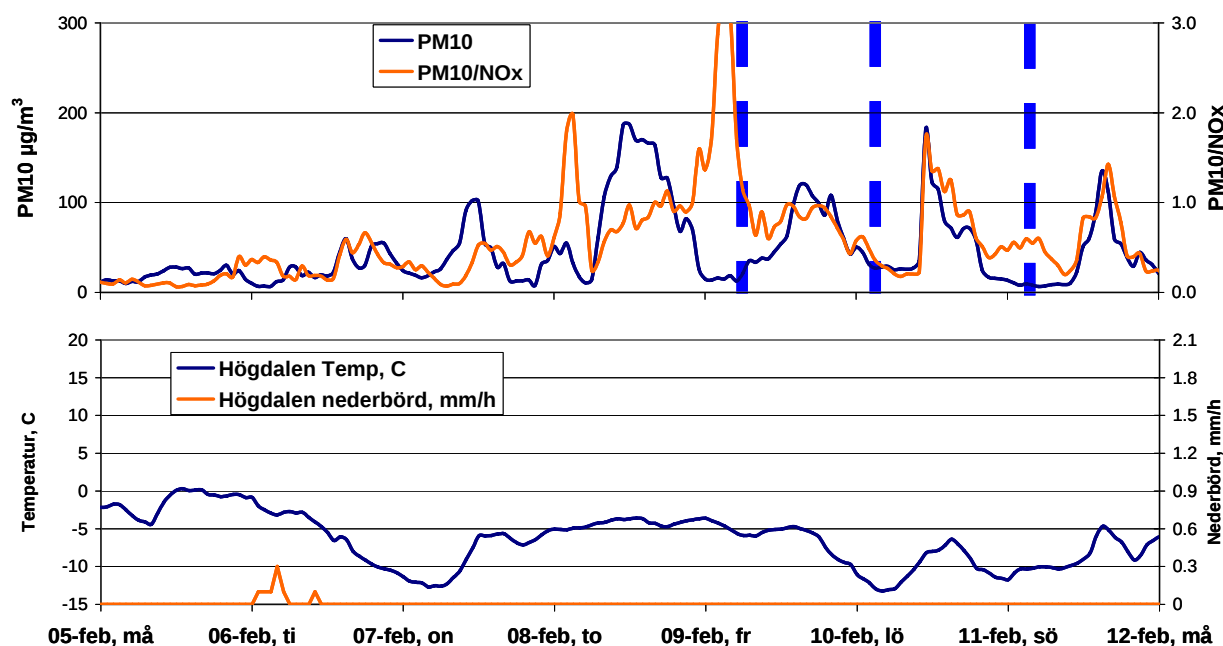
Tabell 1 Sammanställning av samtliga tillfällen med behandling på Vägverkets vägar 2007. IA=Ingvar Arebratt, PÅ=Per Åkesson, JP=Josefine Persson.

6 Resultat

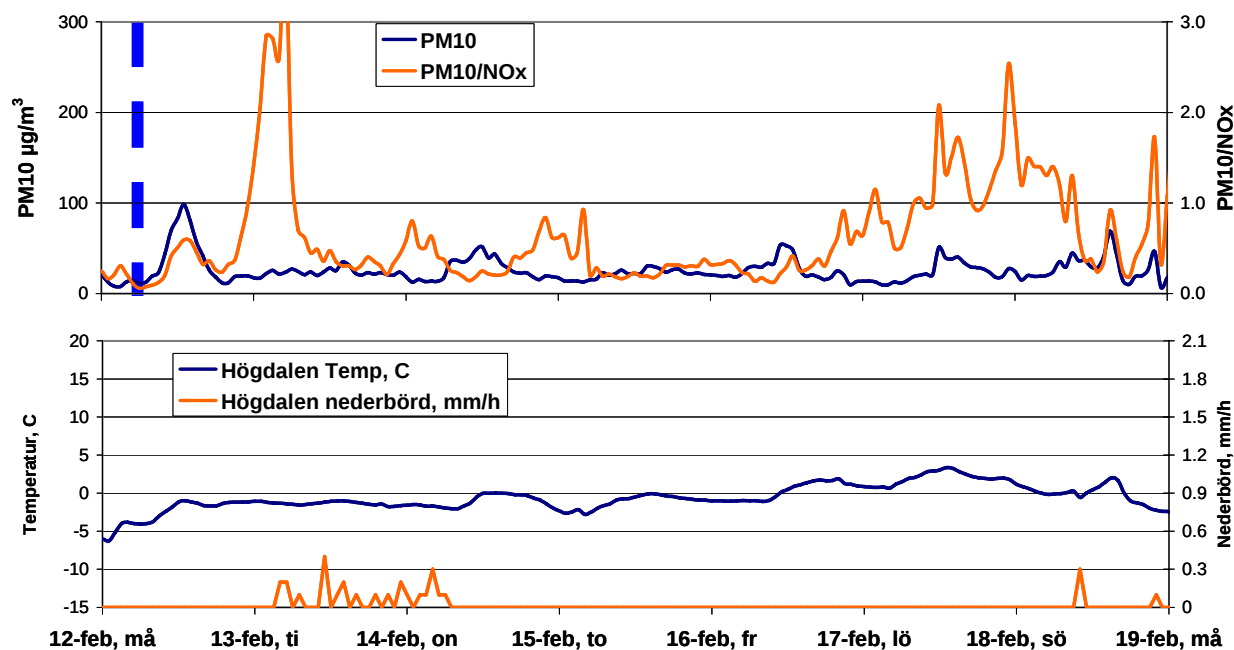
I Figur 2 till Figur 8 redovisas mätresultaten från Essingeleden under vecka 6, 7 samt 10-14 vilket är de veckor under vilka behandling med $MgCl_2$ gjordes under våren 2007. Samtliga tillfällen då behandling är konstaterad är markerade med vertikala blåa streck. Om ingen behandling konstaterats med klockslag på webkamerabilderna har strecket lagts in ungefär kl. 04 på morgonen. I Tabell 1 finns beskrivningen av de olika datumen och behandlingarna.

Med 1-timmes tidsupplösning visas PM10 samt PM10/NOx halterna från mätstationen vid L:a Essingen. PM10/NOx kvoten påverkas inte av faktorer såsom exempelvis vindförhållanden och fordonsmängder utan speglar mer det specifika förhållandet mellan vägdamm (PM10) och fordonsavgaser (NOx). Ett högt värde på PM10/NOx kvoten behöver inte enbart betyda att det var mycket vägdamm i luften. Det kan även bero på att NOx halterna var ovanligt låga vid tillfället. Även temperaturen och nederbörden vid den meteorologiska masten vid Högdalen söder om Stockholm visas.

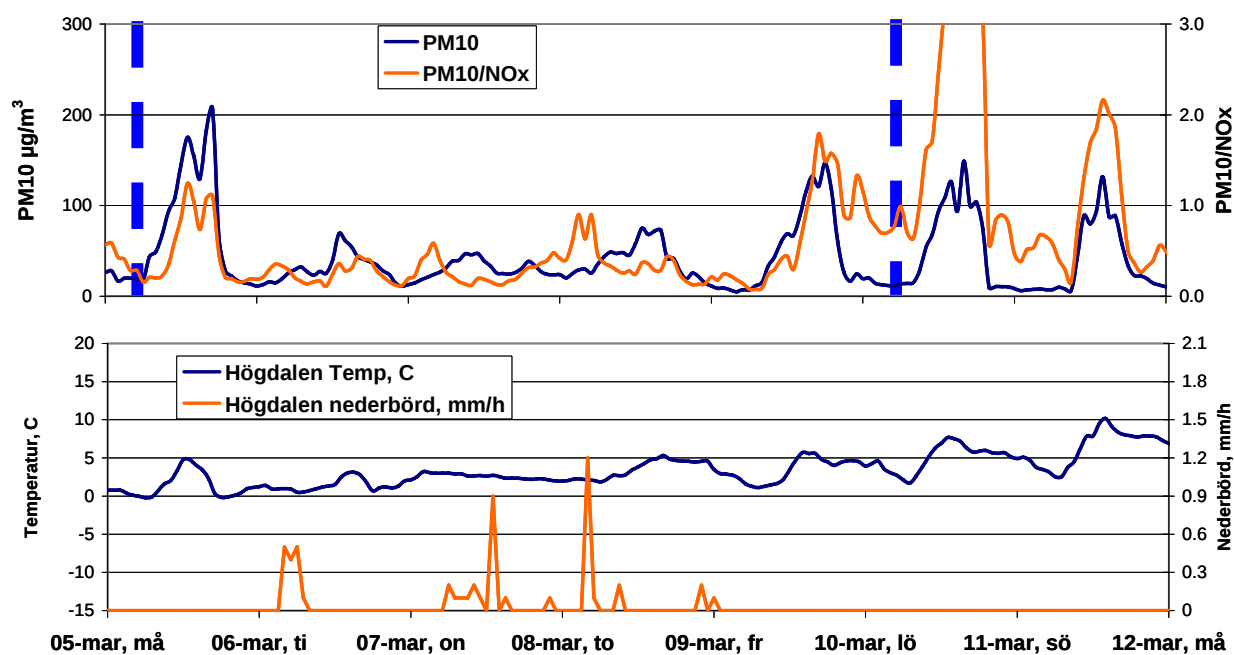
Under de inledande veckorna 6 och 7 var det några få minusgrader, men trots det till största delen torrt vilket ses som avsaknad av nederbörd. Från och med vecka 10 är temperaturen över noll grader med undantag av enstaka timmar nattetid. Mängden nederbörd var mycket liten och endast under inledningen av vecka 10 föll nederbörd under en längre tidsperiod. Inget heltäckande snötäcke fanns under hela perioden från mitten av februari i Stockholmsområdet. Behandlingen avbröts under inledningen av april och data från resten av april redovisas inte i figurena.



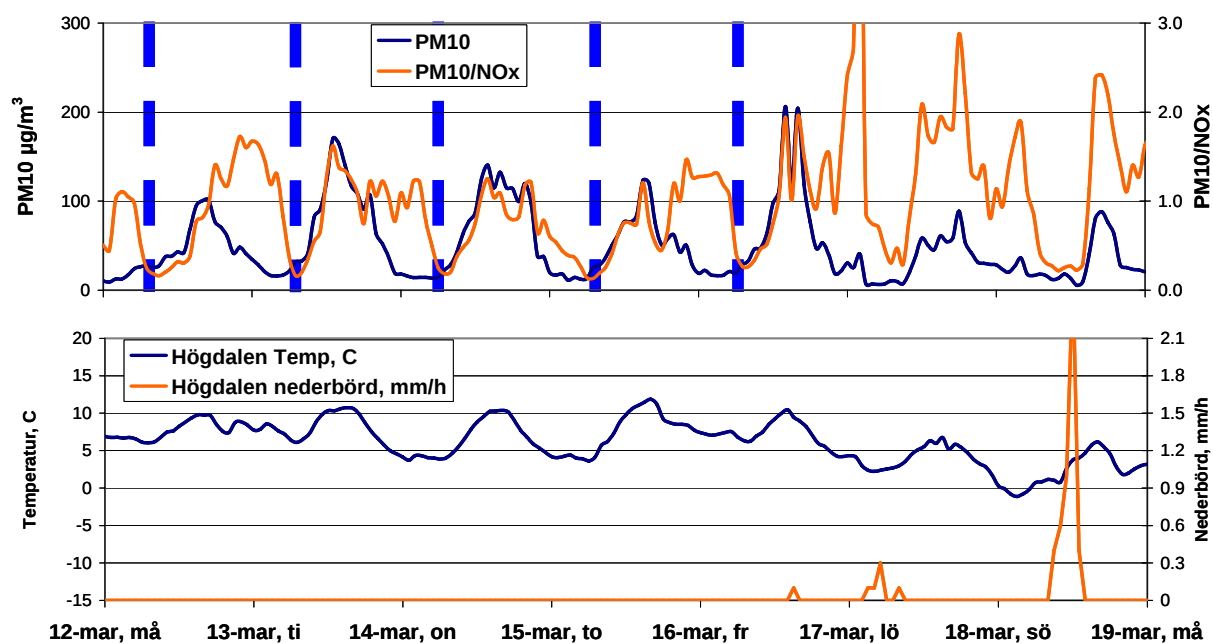
Figur 2. Mätresultat från Essingeleden och Högdalen vecka 6, 2007. Blå vertikala linjer betecknar tidpunkter då behandling är rapporterad.



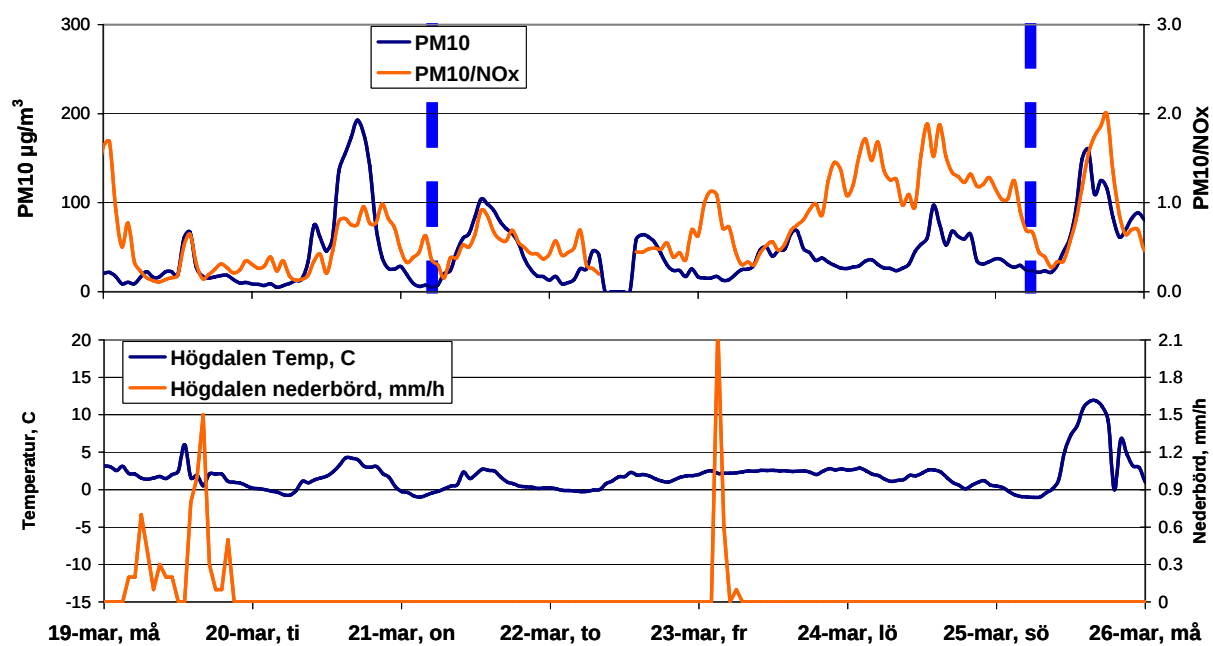
Figur 3. Mätresultat från Essingeleden och Högdalen vecka 7, 2007. Blå vertikala linjer betecknar tidpunkter då behandling är rapporterad.



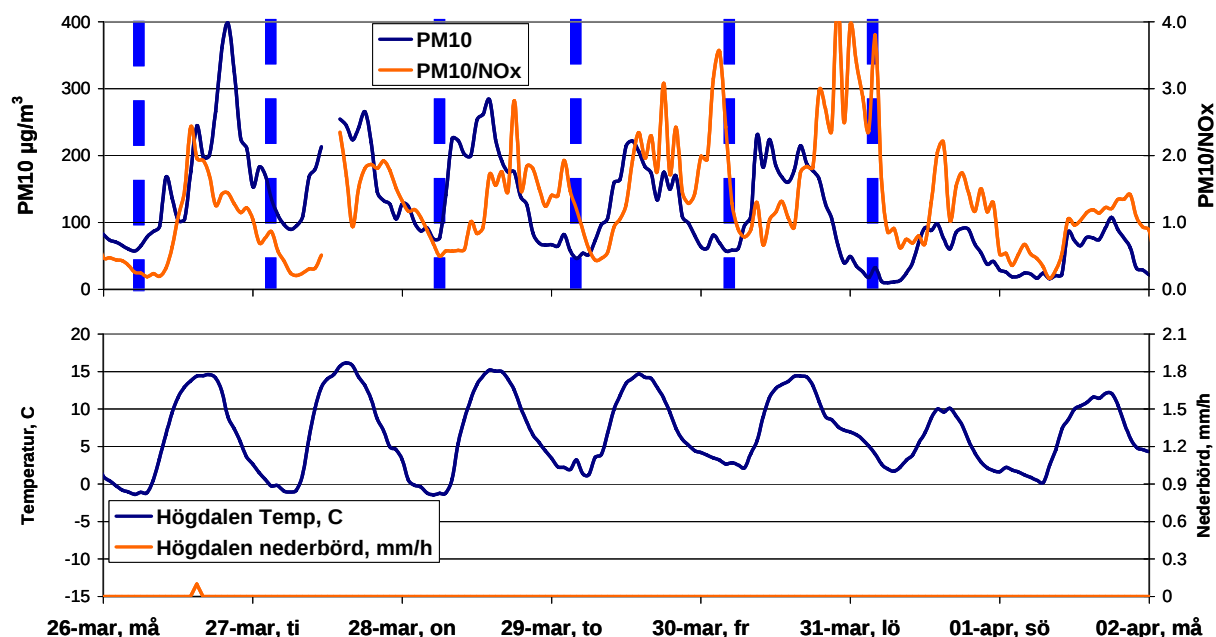
Figur 4. Mätresultat från Essingeleden och Högdalen vecka 10, 2007. Blå vertikala linjer betecknat tidpunkter då behandling är rapporterad.



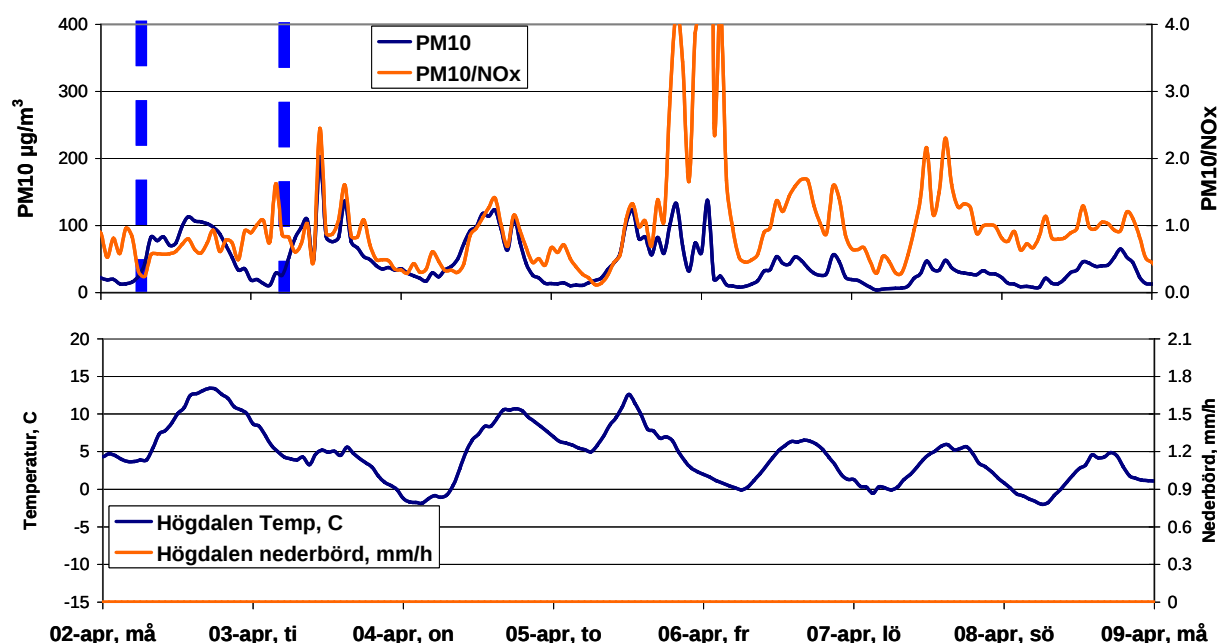
Figur 5. Mätresultat från Essingeleden och Högdalen vecka 11, 2007. Blå vertikala linjer betecknar tidpunkter då behandling är rapporterad.



Figur 6. Mätresultat från Essingeleden och Högdalen vecka 12, 2007. Blå vertikala linjer betecknar tidpunkter då behandling är rapporterad.



Figur 7. Mätresultat från Essingeleden och Högdalen vecka 13, 2007. Blå vertikala linjer betecknar tidpunkter då behandling är rapporterad.



Figur 8. Mätresultat från Essingeleden och Högdalen vecka 14, 2007. Blå vertikala linjer betecknar tidpunkter då behandling är rapporterad.

Under några av behandlingstillfällena (10/2, 11/2, 10/3, 12/3, 27/3, 28/3 och 29/3) ses i figurena en minskning av PM10-halterna i samband med eller efter behandlingen med $MgCl_2$. Under övriga behandlingstillfällen syns ingen minskning av PM10-halterna. Vid flertalet av behandlingstillfällena gjordes själva behandlingen under morgontimmarna då trafiken redan har börjat öka och även PM10-halterna. Däremot ses under samtliga tillfällen då behandling har genomförts, en minskning av PM10/NOx-kvoten. Tidsöverensstämmelsen mellan behandlingen och nedgången i PM10/NOx är inte alltid perfekt och det kan inte uteslutas att nedgången inte direkt är kopplad till just behandlingen. Tydligast verkar effekten ha varit under behandlingstillfällena vecka 11 (12-16/3) och även under vecka 13 (27-31/3) med en markant sänkning av PM10/NOx-kvoten och i flera fall även en minskning av PM10-halterna.

6.1 Medeldygnvariationer

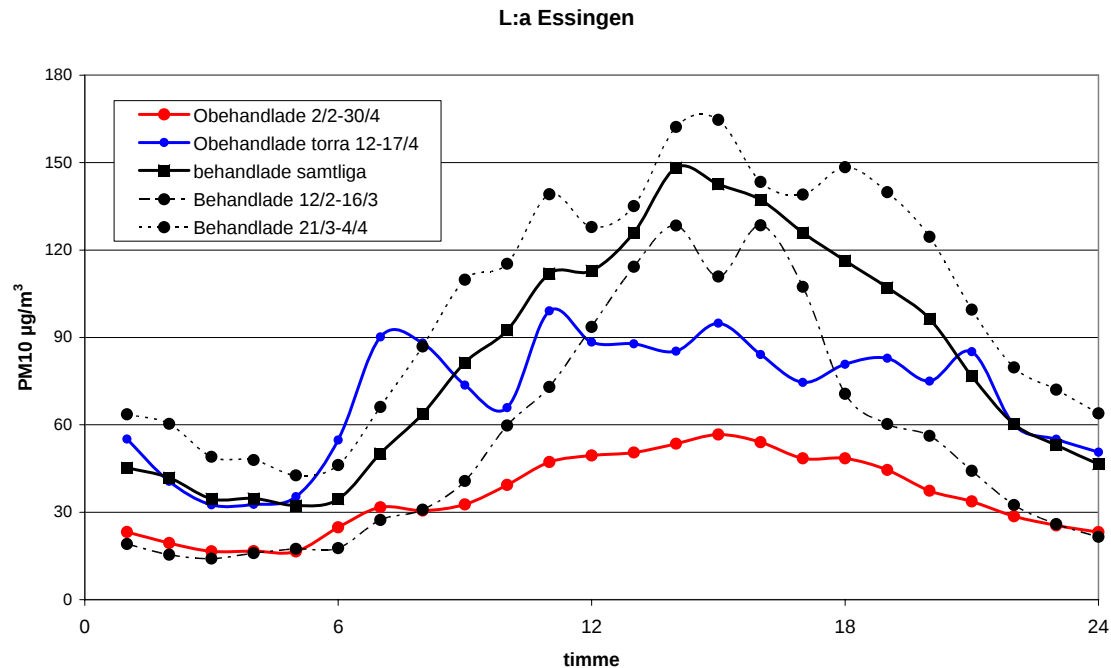
I Figur 9 - Figur 11 visas dygnsvariationen vid mätstationer L:a Essingen som medelvärde över ett dygn. De är beräknade så att ett medelvärde är beräknat för varje timme under dygnet och resultatet presenteras som variationen under ett dygn. Tre olika medelvärden presenteras. Samtliga dygn där behandling synts på webbkamerabilderna (se Tabell 1) och medelvärdet för alla obehandlade dygn under perioden 1 februari tom 30 april. Dessutom visas som jämförelse även medelvärdet för perioden 12-17 april. Under 12-17 april var det torra vägbaner och ingen dammbindning utfördes. Dessa datum är en bra referens för torra obehandlade dygn.

6.1.1 PM10-halter

Det viktigaste budskapet i Figur 9 är inte de absoluta halterna utan hur koncentrationerna varierade under dygnet, tex när uppgången under morgonen börjar och när högsta halterna uppnås. Figur 9 visar att PM10-halterna vid L:a Essingen uppvisar en tydlig dygnvariation. Lägst halter uppmäts mellan kl. 03 och 05 på morgonen då trafiken är som minst. När infartstrafiken sedan börjar runt kl. 06 på morgon ökar halterna för att nå de högsta värdena någon gång mellan 11 och 15.

Resultatet i figuren visar att dygnen med behandling av $MgCl_2$ i genomsnitt hade halterna med högsta värdet i genomsnitt på $150 \mu g/m^3$. Lägst halter noteras för medelvärdet över samtliga obehandlade dygn med dryg $50 \mu g/m^3$ mitt på dagen. Att lägst halter fanns under de obehandlade dygnen är inte förvånande då det innefattar många dygn med fuktig vägbanan och således inga större emissioner av vägdamm. Anledningen till att koncentrationerna var lägre under de obehandlade torra dygnen (12-17 april) än under de behandlade dygnen beror på att dessa dygn inföll senare under våren (v 15-16) än samtliga behandlade dygn (avslutades v 14). Av Figur 1 framgår att dubbandelen redan minskat till under 45 % under vecka 15-16, vilket har lett till minskade emissioner av PM10 och därmed lägre halter.

Trots att halterna i genomsnitt var högre under de behandlade dygnen jämfört med de obehandlade ses tydligt att behandlingen har haft en effekt under förmiddagstimmarna. Både för samtliga obehandlade dygn och de torra obehandlade dygnen sker en tydlig ökning av halterna från kl. 05 till 08 på morgonen. För de behandlade dygnen ses ingen ökning av PM10-halter förrän kl. 07 och sedan är den vidare ökningen under förmiddagen inte lika snabb som för de obehandlade dygnen. De högsta halterna under de behandlade dygnen uppmäts i genomsnitt runt kl. 14, vilket är samma tid som för medelvärdet av samtliga obehandlade dygn. De obehandlade torra dygnen däremot uppvisar högst halter runt kl. 12. Medelvärdet för de obehandlade dygnen består till största delen av dygn med fuktig vägbana under delar eller hela dygnet. Dygnvariationen för de behandlade dygnen uppvisar större likheter med fuktiga dygn med de högsta halterna senare under eftermiddagen än under torra obehandlade dygn.

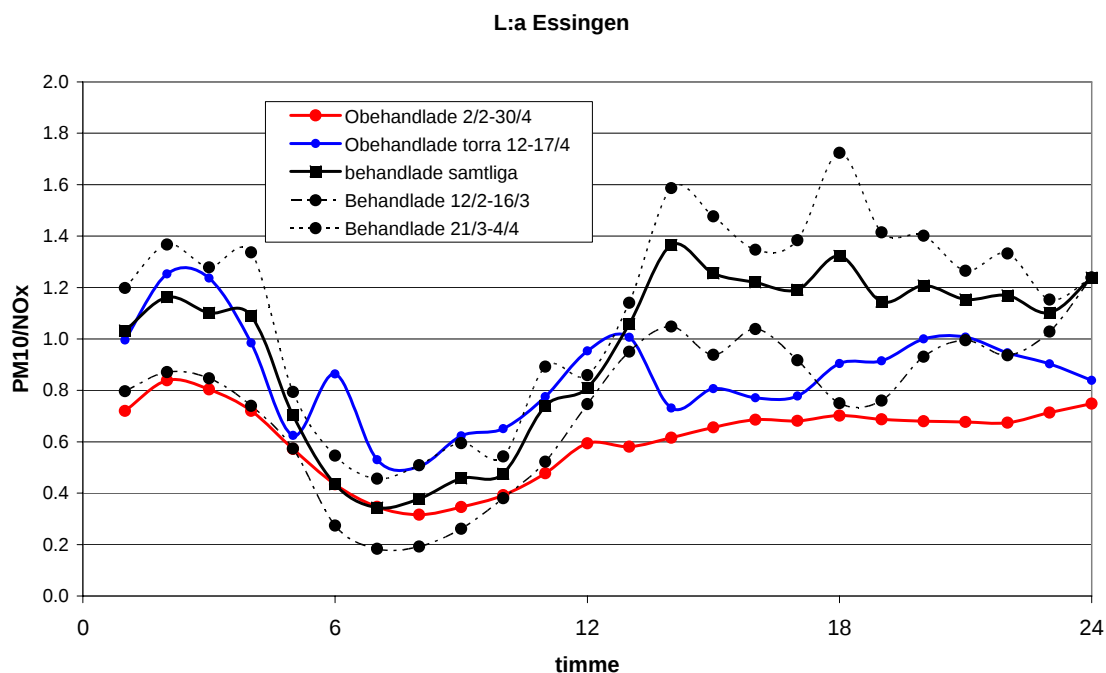


Figur 9. De genomsnittliga haltvariationerna under ett dygn för PM10-halterna vid L:a Essingen.

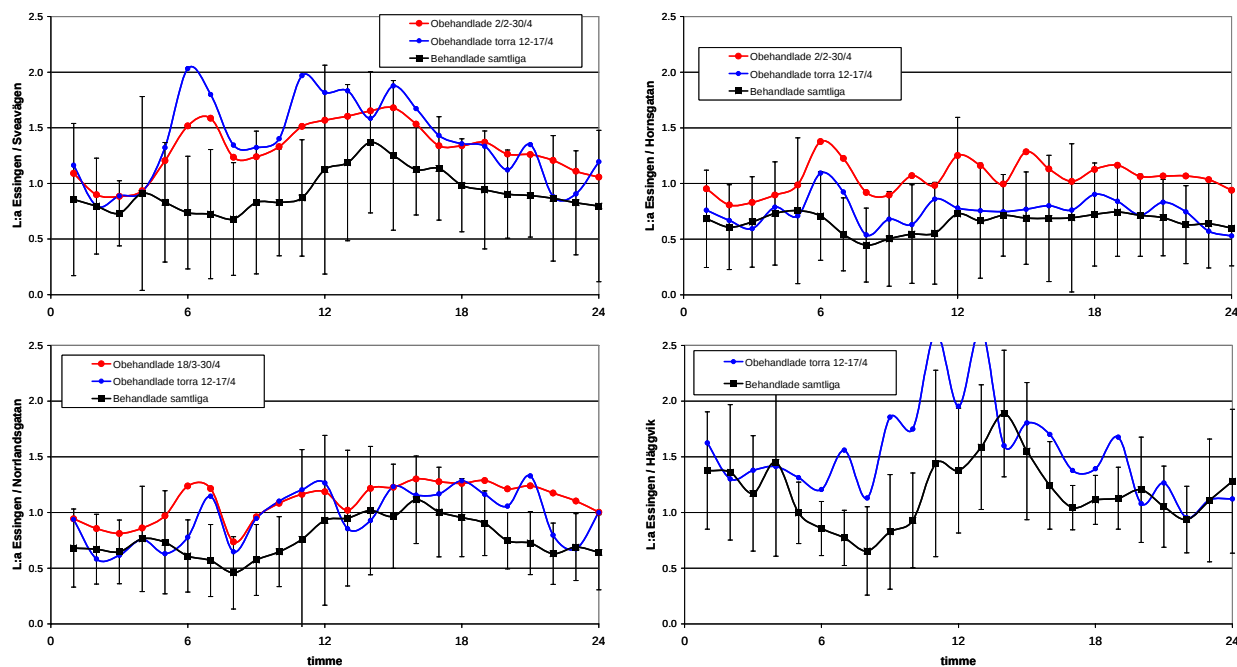
6.1.2 PM10/NOx kvoter

Figur 10 visar medeldygnsvariationen för PM10/NOx kvoten för samma dygn som i Figur 9. Där syns att PM10/NOx kvoten sjunken under förmiddagen för samtliga linjer vilket innebär att NOx halterna stiger snabbare under förmiddagstimmarna än PM10-halterna. Förmodligen orsakas det av att luftfuktigheten under natten och tidiga förmiddagen är högre än under dagen vilket dämpar emissionerna av PM10 samtidigt som NOx (som kommer från avgaserna) är opåverkat av luftfuktigheten. I figuren syns också att nedgången i PM10/NOx kvoten från kl. 03 till 07 på morgonen är betydligt större för de behandlade dygnen än för de obehandlade dygnen och de torra obehandlade dygnen. Efter behandlingen med $MgCl_2$ blir alltså vägbanan fuktig och emissionerna av vägdamm minskar. PM10/NOx kvoten är 25 % lägre kl. 07 jämfört med kl. 01 för de behandlade än för de torra obehandlade. Jämför man istället med PM10/NOx kvoten under eftermiddagen så är kvoten nästan 60 % lägre under de behandlade dygnen än för de torra obehandlade.

Under eftermiddagen är PM10/NOx kvoten högre för de behandlade dygnen jämfört med de obehandlade. Det tyder på att effekten av dammbindningen har försvunnit.



Figur 10. De genomsnittliga variationerna under ett dygn för PM10/NO_x förhållandet vid L:a Essingen.



Figur 11. De genomsnittliga variationerna under ett dygn för förhållandet av PM10-halterna mellan olika mätstationer. a) L:a Essingen/Sveavägen, b) L:a Essingen/Hornsgatan, c) L:a Essingen/Norrlandsgatan och d) L:a Essingen/E4 Häggvik. De vertikala linjerna representerar uppmätt standardavvikelse av timmedelvärdena.

6.1.3 Jämförelse med andra stationer

Ett bra mått på hur stor minskningen av PM10-halterna har varit och även hur lång tid effekten har verkat är att jämföra med övriga fasta mätstationer. I Figur 11 visas hur PM10-halterna vid L:a Essingen förhåller sig till halterna vid övriga fasta mätstationer inom ramen för SLB-Analys kontinuerliga övervakning. I figurerna finns kvoten mellan PM10-halterna vid L:a Essingen och de övriga stationerna på Sveavägen, Norrlandsgatan, Hornsgatan och vid Häggvik. Tre olika linjer är ritade i samtliga figurer vilket är samma uppdelning som i Figur 9 och Figur 10 med samtliga obehandlade dygn 1/2 - 30/4, samtliga behandlade dygn och obehandlade torra dygn 12-17/4.

Stationen vid E4 Häggvik startades 17 mars och därför saknas linjen för samtliga obehandlade dygn. Figuren tolkas så att den röda linjen (samtliga obehandlade) visar hur PM10-halterna vid L:a Essingen förhåller sig till de andra stationerna i normala obehandlade fall. T.ex. ses att halterna vid L:a Essingen är högre under dagtid än på Sveavägen (kvot över 1), men att halterna nattetid är tämligen lika. Det kan också ses att halterna vid Hornsgatan normalt är högre än vid L:a Essingen med undantag av i början på morgonrusningen (06-07). För jämförelsen med Norrlandsgatan och Sveavägen syns också att det endast är mycket små skillnader mellan torra obehandlade dygn och samtliga obehandlade dygn vilket visar att PM10-halterna vid L:a Essingen och Sveavägen/Norrlandsgatan påverkas på samma sätt beroende på vägbansens fuktighet. Däremot är det en skillnad vid jämförelsen med Hornsgatan. Kvoten mellan L:a Essingen och Hornsgatan är lägre vid torra obehandlade dygn än undre samtliga obehandlade. Det visar på att halterna på Hornsgatan är betydligt högre vid torra tillfällen än vid L:a Essingen. Motsvarande jämförelse med Häggvik kan inte göras då stationen startades först 17 mars.

Om linjen för de behandlade dygnen (svart) är lägre än linjerna för obehandlade och obehandlade torra betyder det att halterna vid L:a Essingen har sänkts vid de tillfällen som behandling har skett i jämförelse med de andra stationerna.

För samtliga figurer syns att PM10-halterna är lägre i förhållande till de andra stationerna vid behandlade tillfällen jämfört med obehandlade tillfällen. Den tydligaste skillnaden syns från kl. 06 till 08 på morgonen då kvoten för de behandlade dygnen är betydligt lägre än de obehandlade torra dygnen. Vid jämförelserna med Sveavägen, Norrlandsgatan och Häggvik ses även en tydlig sänkning fram till kl. 12. Hornsgatan avviker från de andra stationerna och det är endast under 06 till 08 som en tydlig sänkning ses. Vid jämförelse med Sveavägen ses en sänkning från kl. 05 på morgon som varar ända fram till kl. 22 på kvällen.

I fortsättningen fokuserar vi på jämförelsen mellan de behandlade dygnen och de obehandlade torra dygnen. Vid jämförelse med Sveavägen är minskningen av PM10-halterna över 30 % från kl. 05 fram till 13 på dagen med som mest ca 60 % under perioden 06 till 07. I jämförelse med Häggvik är sänkningen över 20 % från kl. 05 till 13, med högst minskning, strax över 50 %, kl. 09. Sänkningen är kortvarigare vid jämförelse med Norrlandsgatan, 06-12, men är över 20 % och som mest 50 %. Jämförelsen med Hornsgatan avviker från mönstret av de övriga, med är över 30 % under 06-07 och varierar sedan mellan 10 och 35 % under 08-11. Det är endast vid jämförelsen med Sveavägen som en entydig sänkning av halterna ses under eftermiddagen. Den varierar mellan 20 till 30 % fram till kl. 21 på kvällen.

Anledningen till att effekten skiljer sig beroende på vilket station som L:a Essingen jämförs med är troligen att stationerna varierar olika beroende på årstid och meteorologi. Det kan även orsakas av variationer i trafikflöden orsakade av t.ex. vägarbeten eller trafikmängd. Hornsgatan har t.ex. en riktning öst-väst till skillnad från samtliga andra stationer (L:a Essingen, Häggvik; Sveavägen, Norrlandsgatan). Det är därför halterna ökar snabbare senare under våren på Hornsgatan jämfört med de andra stationerna. Då har solen möjlighet att torka upp vägbanan,

vilket en lågt stående sol tidigare under våren inte har. Det är troligt att detta är orsaken till att jämförelsen mellan Essingen och Hornsgatan skiljer sig så pass mycket mellan samtliga obehandlade och de obehandlade torra dygnen i Figur 10b. Samma skillnad ses inte för jämförelsen med Sveavägen och Norrlandsgatan (Figur 10a och Figur 10c).

Stationen vid L:a Essingen är troligen mest lik Häggvik då båda är placerade längs E4 som infartsled till Stockholm. Vid båda stationerna går E4 i ungefärlig nord-sydlig riktning. Den största skillnaden är att trafikflödet är större vid L:a Essingen än vid Häggvik. Efter Häggvik är det troligt att Sveavägen uppvisar mest likhet med L:a Essingen då det är större trafikflöde och mindre stillastående trafik där än vid Norrlandsgatan.

Om L:a Essingen jämförs med Häggvik och Sveavägen var alltså effekten av dammbindningen med $MgCl_2$ att PM_{10} -halterna sänktes under förmiddagen (05-13) med över 20 % för samtliga timmar och att den maximala minskningen för enstaka timmar var 50-65 %. Ingen säkerställd effekt kunde ses under eftermiddagen.

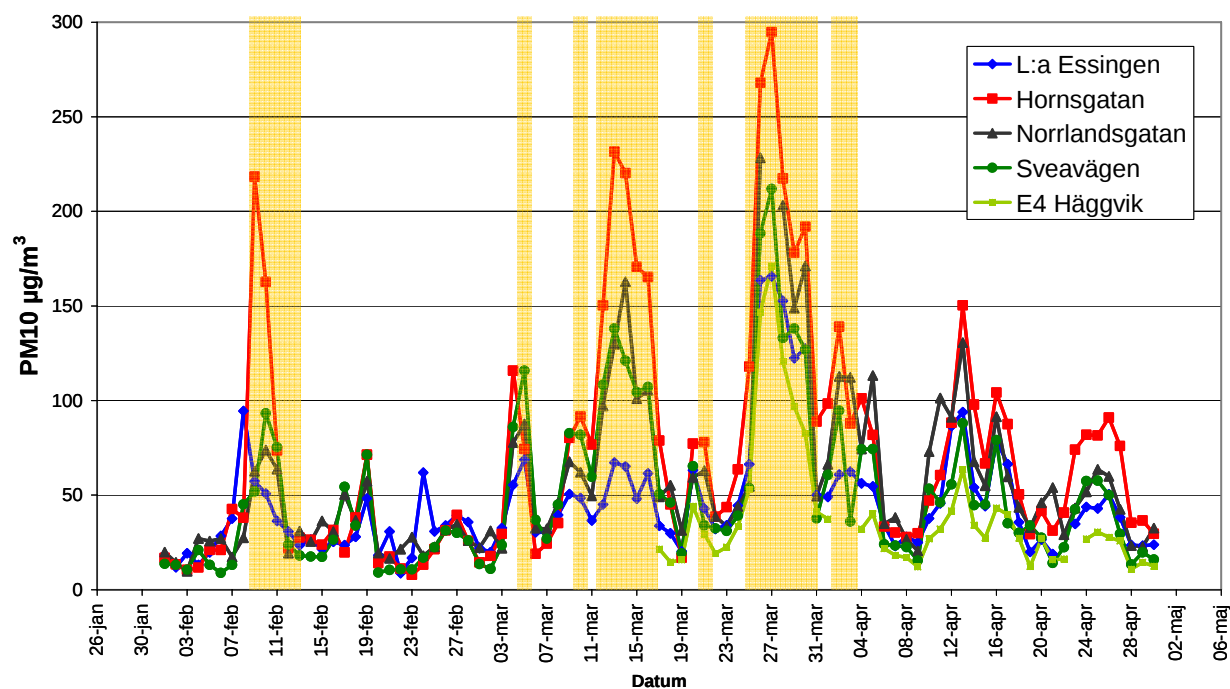
6.1.4 PM_{2.5}-halter

Samtliga analyser som för PM_{10} gjordes även för $PM_{2.5}$. Ingen av dessa undersökningar visade på någon sänkning av $PM_{2.5}$ -halterna med behandling av $MgCl_2$. Vägdammspartiklar finns till största del i fraktionen PM_{10} - $PM_{2.5}$ och endast en liten del av finns i $PM_{2.5}$. Då effekten på $PM_{2.5}$ -halterna var mycket små innebär det att minskningen för fraktionen PM_{10} - $PM_{2.5}$ är större än vad som presenteras för PM_{10} i denna rapport. Effekten av dammbindningen på vägdammspartiklar är alltså större än vad som presenteras för PM_{10} .

6.2 Dygnvärden

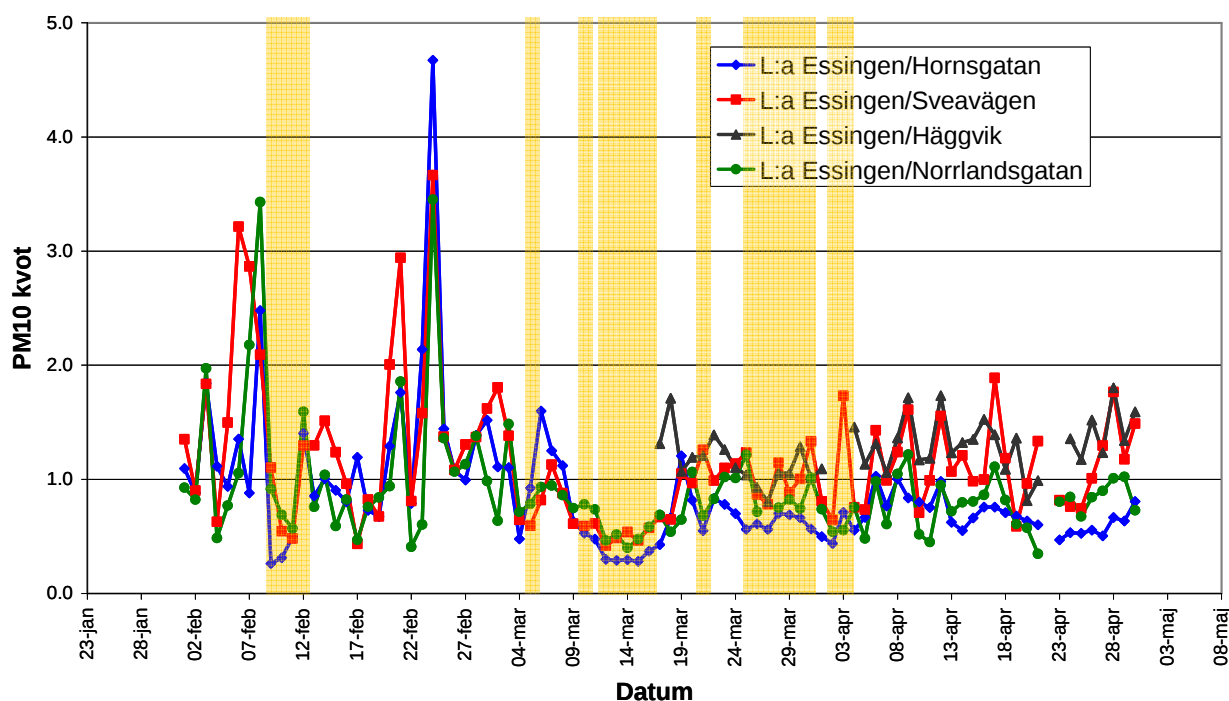
Dygnsmedelvärden för samtliga stationer inklusive L:a Essingen finns presenterade i Figur 12. PM_{10} -halterna vid L:a Essingen är generellt lägre än Hornsgatan, men jämförbara med halterna på Sveavägen och Norrlandsgatan. I figuren syns att nästan samtliga dygn under perioden 1 februari till 3 april med höga halter är behandlade. Detta visar på att prognoserna för dammbindningen har fungerat tillfredsställande.

Under dygnen med behandling (gulskuggade in figuren) är halterna vid L:a Essingen generellt lägre jämfört med de övriga stationerna vilket förmodligen beror på behandlingen med $MgCl_2$. Framförallt under perioden 12-17 mars är halterna vid L:a Essingen betydligt lägre än övriga stationer. Skillnaden är sedan mindre under andra halvan av mars och i april.



Figur 12. Dygnsmedelvärden för PM10 under våren 2007. Gulskuggade data innebär datum med behandling med $MgCl_2$ vid L:a Essingen.

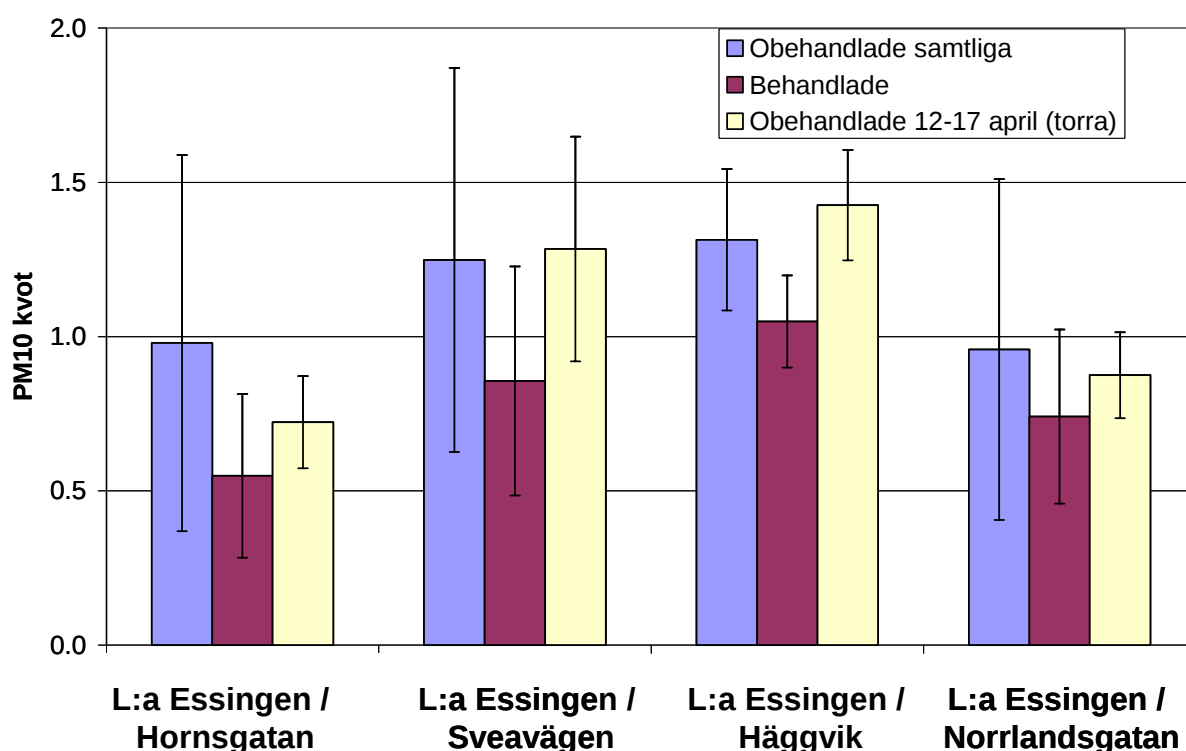
Figur 13 visar tidsserien för förhållandet mellan PM10-halterna (Figur 12) vid L:a Essingen jämfört med de övriga stationerna. De fyra linjerna representerar kvoten av PM10-halterna vid L:a Essingen delat med respektive övrig station.



Figur 13. Förhållandet för PM10-halterna vid L:a Essingen och övriga mätstationer. Gulskuggade data innebär datum med behandling med $MgCl_2$ vid L:a Essingen.

Figur 13 visar att de behandlade dygnen (skuggade) har en generellt lägre kvot än övriga dygn. Framförallt tydligt framträder kvoten mot Norrlandsgatan och Sveavägen med en kvot tydligt under ett för de behandlade dygnen när de flesta obehandlad dygnen hamnar över ett.

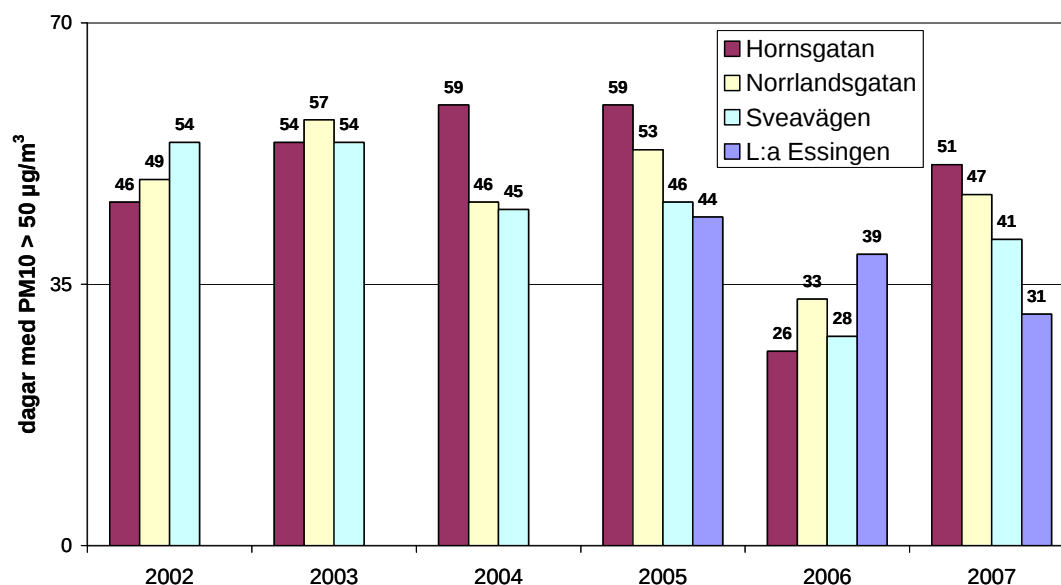
I Figur 14 visas medelvärdet av förhållandet av PM10-halterna på L:a Essingen och övriga stationer. Uppdelningen i figuren är samma som är beskrivet i 6.1. Halterna vid L:a Essingen är tydligt lägre under de behandlade dygnen jämfört med de andra stationerna. Effekten verkar vara minst för en jämförelse med Hornsgatan vilket även konstaterades och delvis förklarades i 6.1.3. För en jämförelse med de torra obehandlade dygnen var dygnshalterna sänkta 33 % jämfört med Sveavägen, 26 % jämfört med Häggvik, 24 % jämfört med Hornsgatan och 15 % jämfört med Norrlandsgatan.



Figur 14. Medelvärde av förhållandet mellan L:a Essingen och övriga stationer. De vertikala linjerna representerar observerad standardavvikelse (av dygnmedelvärden).

6.2.1 Jämförelse med Miljökvalitetsnorm

Enligt miljökvalitetsnormen får dygnsvärdet för PM10 överskrida $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under maximalt 35 dygn under ett kalenderår. En sammanställning i Tabell 2 visar på antal dagar som överskred $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ av de 21 behandlade dygnen. Vid L:a Essingen överskreds endast normen under 15 dagar. Vid övriga mätstationer överskreds normen med respektive 20, 18 och 17 dagar på Hornsgatan, Norrlandsgatan och Sveavägen. Jämfört med Hornsgatan har L:a Essingen alltså haft 5 dagar färre med överskridande när behandling har skett. Av Figur 12 framgår också att det finns flera dygn vid L:a Essingen som precis hamnade över normvärdet (2 stycken $< 51 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 15. Antalet dygn med halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under perioden 1 januari – 30 april olika år. Miljökvalitetsnormen tillåter 35 dygn per år.

Figur 15 visar en sammanställning av antal dygn med PM10-halter som har överstigit miljökvalitetsnormen om $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under perioden 1 januari tom 30 april under olika år. Antalet överskridanden var ovanligt lågt under 2006 vilket berodde på en fuktig och snörik vår (diskuteras i Johansson m.fl. 2007). Vid samtliga stationer utom L:a Essingen har antalet dagar med överskridanden ökat från 2006 till 2007. För L:a Essingen noteras med 31 överskridanden under de första 4 månaderna 2007.

När behandlingen utfördes observerades visuellt vid L:a Essingen att MgCl_2 fanns kvar på vägbanan i mindre omfattning flertalet dagar efter att behandlingen avbrutits. Det är möjligt att PM10-halterna har sänkts på obehandlade dygn som följer på behandlade dygn vilket kan ha medfört att normen klarades trots att ingen behandling skedde. Det kan t.ex. gälla 17 och 22 mars samt några av de obehandlade dygnen i april.

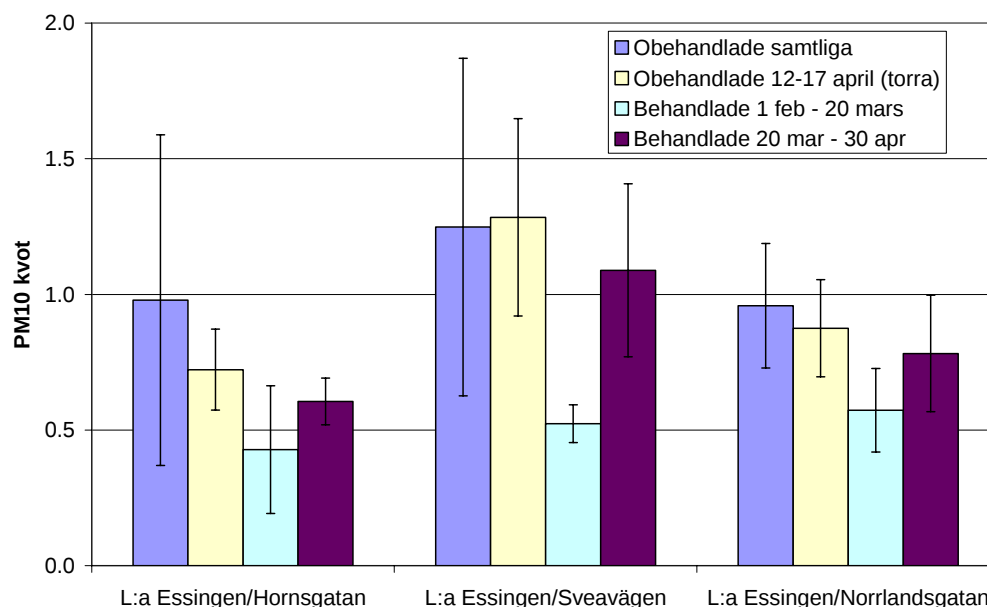
Sammantaget konstateras att mätstationen vid L:a Essingen klarade miljökvalitetsnormen för PM10 under de fyra första månaderna av 2007. Ingen av de övriga mätstationerna i klarade motsvarande norm. Dessutom var L:a Essingen den enda station i Stockholmområdet som uppvisade färre dagar över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under de fyra första månaderna 2007 jämfört med 2006. Det är därför mycket troligt att MgCl_2 har hjälp till att miljökvalitetsnormen vid L:a Essingen klaras under januari tom april under 2007.

	Totalt	L:a Essingen	Sveavägen	Hornsgatan	Norrlandsgatan	Häggvik
Beställda	21	15	17	20	18 (20)	6 (8)
Webkamera	17	13	13	16	14 (16)	6 (8)

Tabell 2. Antal dygn över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (miljökvalitetsnormen) för behandlade dygn. Beställda dygn innefattat alla dygn som är beställda (se Tabell 1) och webkamera innefattar de dygn där behandling har observerats på webkamera eller visuellt (se Tabell 1). Siffror inom parantes anger totala antalet dagar med tillgängliga data om det skiljer sig från totala antalet.

6.3 Skillnad i effekt under våren

I Figur 12 och Figur 13 framgår att sänkningen av PM10-halterna verkar vara olika beroende på årstid. T.ex. är kvoten mellan L:a Essingen och de andra stationerna lägre för de behandlade tillfällena före 20 mars jämfört med efter 20 mars.



Figur 16. Medelvärde av förhållandet mellan L:a Essingen och övriga stationer. De vertikala linjerna representerar observerad standardavvikelse. Samma figur som Figur 14, men behandlade tillfällena uppdelade efter datum. De vertikala linjerna representerar observerad standardavvikelse.

Figur 16 visar samma som Figur 14, men de behandlade dygnen är uppdelade i ett medelvärde före 20 mars och ett efter 20 mars. Det är entydigt att för jämförelse med samtliga stationer så var PM10-halterna vid L:a Essingen sänkta mer före 20 mars än efteråt. En sammanställning av minskningen av PM10-halterna under de behandlade tillfällena finns i Tabell 3. För jämförelsen med samtliga stationer ses att en betydligt större sänkning observerades tidigt på våren. T.ex. var minskningen nästan 60 % om Sveavägen används som referens och även 35 % respektive 40 % om Norrlandsgatan eller Hornsgatan används som referens. Under perioden 20 mars – 30 april var sänkningen däremot 10 - 15 % för jämförelse med Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan. Vid jämförelse mot Häggvik visar L:a Essingen på ca 25 % sänkning.

	Sveavägen	Hornsgatan	Norrlandsgatan	Häggvik
Samtliga behandlade	33 %	24 %	15 %	
1 feb – 20 mars	59 %	41 %	35 %	
20 mars – 30 april	15 %	16 %	11 %	26 %

Tabell 3. Medelvärdet för skillnaden i PM10 förhållandet mellan L:a Essingen och övriga stationer under dygn med $MgCl_2$ behandling.

Anledningen till att den observerade PM10 sänkningen med hjälp MgCl_2 behandlingen varierar i tiden beror med största sannolikhet på variation i meteorologin. Den senare tidsperioden är mer präglad av varmare temperaturer och mindre nederbörd (och lägre fuktighet) vilket ses i Figur 2 - Figur 8. Dessutom är solinstrålningen kraftigare senare på våren vilket leder till att vägbanan har möjlighet att snabbare torka upp. Troligtvis är det just variationen i solinstrålning som är den faktor med störst inflytande som påverkat skillnaden.

Att upptorkningen var snabbare under den senare tidsperioden syns även i Figur 9 och Figur 10 där streckade linjer för de olika tidsperioderna är inlagda. Bortsett från att PM10-halterna generellt var lägre under den tidiga perioden under nätterna och tidiga morgontimmarna ses även att ökningen under morgonen var kraftigare (brantare) under den senare tidsperioden. Det är mycket troligt att denna skillnad är orsakad av att solinstrålningen gör att vägbanan torkar upp snabbare senare på våren.

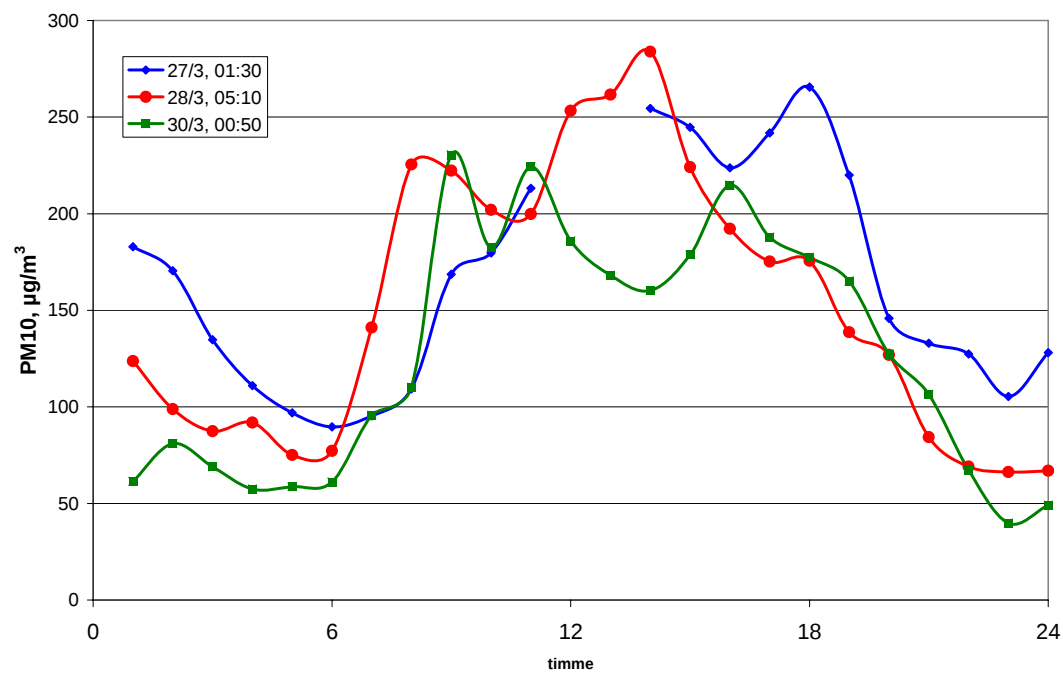
Det kan dock inte uteslutas att skillnaden även kan beror på att dubbdäcksandelen minskat (se Figur 1). En minskad dubbdäcksandel kan däremot inte förklara varför upptorkningen skulle ske tidigare på morgonen. Se även 6.4 för ytterligare förklaring.

6.4 Skillnad beroende på när på dygnet behandling gjordes

Då vägbanans fuktighet har visat sig vara en av de viktigaste parametrarna för PM10-halterna är upptorkningshastigheten av dammbindningsmaterialet av stort intresse. Under försöken 2007 gjordes själva dammbindningen vid olika tidpunkter vilka redovisas för de flesta datum i Tabell 1. Som exempel visas i Figur 17 tre på varandra följande vardagsdygn med behandling och där behandling gjorts nära midnatt (01) vid två tillfällen och nära morgon (05) vid ett tillfälle. Av figuren framgår att dygnet med senast behandling (28/3) inte uppvisar en långsammare upptorkning än de övriga. Utifrån dessa enskilda dygn finns det inget som talar för att upptorkningen skulle ske snabbare om behandling gjorts tidigare på natten.

Däremot visade resultaten i 6.3 att upptorkningen i genomsnitt skett snabbare under senare delen av den studerade perioden. I Tabell 1 ses att under merparten av dygnet efter 20 mars har behandlingen gjorts tidigare under natten. Det kan därför inte säkert sägas att tidpunkten för behandlingen har stor betydelse för hur snabbt upptorkningen av MgCl_2 sker. Det är däremot säkerställt att upptorkningen skedde snabbare senare under våren, men det kan även delvis ha varit påverkat av att dessa behandlingar skedde tidigare under dygnet.

Slutsatser är att tidpunkt då behandling är gjord under natten inte verkar ha någon större inverkan på effekten. Däremot verkar effekten vara mindre senare under våren pga att upptorkning av vägbanan då sker snabbare.



Figur 17. PM10-halterna under 27, 28 och 30 mars vid L:a Essingen.

7 Referenser

Johansson, C. Norman, M., & Westerlund, K.-G., 2006. Försök med dammbindning längs E4 och i Stockholms innerstad, SLB rapport 6:2006.

http://slb.nu/slb/rapporter/pdf/Dammbinding_2006_3_lowres.pdf

Johansson, C. Norman, M., & Westerlund, K.-G., 2005. Försök med dammbindning längs E4-Vallstanäs och i Norrmalm i Stockholms innerstad, SLB rapport 10:2005.

http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf/dammbinding_10_2005.pdf

Johansson, C. Norman, M., Omstedt, G., & Swietlicki, E., 2004. Partiklar i stadsmiljö – källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10, SLB rapport 4:2004,

http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf/pm10_4_2004_050117.pdf

Luften i Stockholm. Årsrapport 2006. SLB rapport 1:2007.

<http://slb.nu/slb/rapporter/pdf/luften2006.pdf>

Åtgärder för att minska emissionerna av partiklar från slitage och uppvirvling från vägtrafiken, 2007. Vägverket rapport SA80A 2006:15982. <http://www.vv.se/>

8 Bilaga. Sträckor som har behandlats



Figur 18. Behandlade sträckor med $MgCl_2$ längs E18 norrut och Bergshamraleden.



Figur 19. Behandlade sträckor med $MgCl_2$ längs E4 norrut. Den röda punkten markerar placeringen av mätstationen vid Häggvik.



Figur 20. Behandlade sträckor med $MgCl_2$ längs E4/E20 söderut och väg 275. Den röda punkten markerar placeringen av mätstationen vid L:a Essingen



är en enhet vid Miljöförvaltningen i Stockholm som

- **utreder**
- **mäter**
- **beräknar**
- **informerar**

avseende kvalitet på utomhusluft. SLB-analys genomför även externa uppdrag vad gäller luftkvalitet.

ISSN 1400-0806

SLB-analys
Miljöförvaltningen i Stockholm
Fleminggatan 4, Box 8136, 104 20 Stockholm
Tel 08-508 28 800, dir. SLB-analys 08-508 28 880
URL: <http://www.slb.nu>